



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería campus Guanajuato
Silao de la Victoria, Guanajuato, México



Determinación de Puntos Críticos en la Línea de Producción de Mermeladas de Frutas en la Empresa Cristalita S.A. de C.V.

Titulación por opción curricular

Para obtener el grado de:
Ingeniero Biotecnológico

Presenta:

Rodríguez Carbajal Marco Jovani

Presidente: M. en C. Salathiel Spíndola
Secretario: Ubaldo Gil Cruz Olvera
Vocal 1. M. en C. María Lourdes Mejía Farfán
Vocal 2. M. en C. Coral Contreras Flores
Vocal 3. Ana Laura Rodríguez Sotelo

INDICE

RESUMEN.....	3
INTRODUCCIÓN.....	4
ANTECEDENTES.....	5
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
JUSTIFICACIÓN.....	6
OBJETIVOS.....	7
MARCO TEÓRICO.....	7
MÉTODOS.....	10
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	11
DISCUSIÓN.....	13
CONCLUSIÓN.....	14
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	15

RESUMEN

La empresa Cristalita S.A. de C.V. es una Agroindustria mexicana en la ciudad de Irapuato, Gto., que produce y comercializa productos de confitería como mermelada de frutas, almibares, fresas cristalizadas y frutas congeladas. Entre sus líneas de producción se encuentra la mermelada de frutas, la cual aporta el 70% de su producción total. Después de realizar un análisis en la línea de producción se detectó que la máquina cerradora de tapas twist-off fue la principal fuente de paros en la producción, se asegurara el cumplimiento de normas de calidad AIB International con la propuesta formatos de control, para posteriormente determinar mejoras susceptibles en la línea. Con estas propuestas se desea alcanzar el objetivo de tener una eficiencia óptima de producción, sin incumplimiento en calidad.

INTRODUCCIÓN

La agroindustria ha tomado una gran importancia en las últimas décadas, debido al crecimiento demográfico. Hablando de agroindustrias primordiales podemos conocer al conglomerado del cuero, conglomerado de lácteos, conglomerado de madera, conglomerado de pescado, y conglomerado de frutas. Esta última tiene una fracción dedicada a los productos dulces del mercado como lo son las mermeladas

En general el funcionamiento de una agroindustria dedicada a la producción de mermeladas de frutas lleva acabo las siguientes etapas de proceso.

Recepción
Selección
Lavado
Ecurrido
Mondado (para algunas frutas con corteza)
Blanqueado (para frutas con pulpa oxidable)
Mezcla de pulpa con el azúcar
Concentración térmica (a presión atmosférica o al vacío)
Envasado
Cerrado
Esterilización adicional a 100 °C
Enfriamiento
Etiquetado y empacado
Almacenamiento

Cada una de estas etapas es primordial para obtener un producto de alta calidad, en especial para una mermelada de fresa. Este proceso puede clasificar al producto según el tamaño de la fresa.

Tipo I: Mermelada de fresa que contiene la fruta entera o en trozos grandes.

Tipo II: Mermelada de fresa que contiene la fruta desmenuzada o en forma de partículas finas.

Un producto que se puede considerar como mermelada de fresa según la NMX-F-131-1982 cumple con algunas especificaciones como lo es:

Materia extraña objetable; debe estar exento de fragmentos larvas y huevecillos de insectos, pelos y excretos de roedores, etc.

Ingredientes básicos; fresas limpias, sanas y de madurez adecuada, edulcorantes nutritivos y agua.

Porcentaje de fruta; debe de prepararse a una proporción de fruta, azúcar de 40% 60% m/m

Edulcorantes nutritivos. Podrán emplearse como edulcorantes azúcar, azúcar invertido, dextrosa, en forma aislada o mezclados.

Características físicas y químicas; como las que se muestran en la siguiente tabla 1

Tabla 1 Especificaciones físicas y químicas de la mermelada de fresas según la NMX-F-131-1982.

Especificaciones	Mínimo	Máximo
% de sólidos solubles totales	64	
Valor de pH	3	3.5
Vacío (en Kpa)	23 700	

Color: Rojo uniforme característico de la variedad o variedades de fresas empleadas.

Olor: Característico de la variedad o variedades de fresas empleadas.

Sabor: Característico de la variedad o variedades de fresas empleadas.

Consistencia: La mermelada de fresa debe presentar una consistencia semisólida la cual estará en función de una buena gelificación.

ANTECEDENTES

La empresa Cristalita S.A. de C.V. es una empresa especializada en productos de confitería para la industria de panificación y para el público en general. Su participación en el mercado se inició en el año 1965, desde entonces solo cuenta con una planta de producción, ubicada en la zona centro de la ciudad de Irapuato, Gto. Se produce mermeladas a grandes centros comerciales reconocidos en el país e igual forma a marcas extranjeras, siendo la mermelada su principal producción, oscilando en un 70%.

Existe diferentes normas Nacionales e Internacionales declaradas para mantener la instalación de proceso y distribución de los alimentos, mantener la salubridad e inocuidad de los productos que se fabrican. Las normas consolidadas AIB son normas voluntarias que están en uso desde 1956 en EE.UU. (en un principio dedicado para la industria panificadora), son una referencia para la realización de inspecciones y auditorías a las organizaciones, garantizando que la instalación cumpla con la legislación vigente y con los requisitos internacionales de Seguridad Alimentaria.

El presente proyecto tiene por tanto como objetivo obtener una mejora en la productividad de la empresa Cristalita a través de la aplicación de las metodologías de calidad y del uso de herramientas estadísticas y el análisis de cuellos de botellas, entre lo más destacado.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los últimos cincuenta años la Agroindustria Cristalita S.A. de C.V., se ha preocupado por mantenerse actualizada sobre los diferentes sistemas de producción y actualización de normas de inocuidad alimentaria, debido a que las empresas de la región son cada vez más competitivas. El identificar los puntos críticos presentes en la línea de producción hace la diferencia tanto en calidad, productividad y costos para el servicio a clientes (Oirdobro S., 2012).

La necesidad en el sector industrial de alcanzar altos índices de productividad, requiere de la optimización de recursos para así obtener la máxima producción y elaborar productos bajo estándares de calidad, para esto es necesario que se realicen evaluaciones periódicas y continuas que determinen el funcionamiento de las diversas áreas (Belcher J., 1991).

Actualmente la empresa Cristalita S.A de C.V. no cuenta con un conocimiento real de los puntos críticos que afectan el proceso en la línea de producción de mermelada de frutas, por lo que la carencia de esto a mediano o largo plazo será una desventaja competitiva para la empresa. Por lo anterior, este proyecto busca identificar esos puntos y así proporcionar propuestas de mejora que se vean reflejadas al obtener un producto de mayor calidad y un incremento en la productividad de la planta.

JUSTIFICACIÓN

El crecimiento industrial en los últimos siglos así como la demanda creciente de alimentos por la población, han abierto puertas a un mayor número de empresas dedicadas a este tipo de giro, lo anterior se puede describir en una palabra para la empresa Cristalita S.A. de C.V. “competitividad”. Como ya se mencionó en el planteamiento del problema el detectar los puntos críticos en la línea de producción ayudará a mejorar la producción y calidad.

Con estos antecedentes se realizó un análisis en la línea de producción de mermeladas de frutas la cual proporciona el 70% de producto total fabricado, en esta línea se llevaron a cabo estudios de la eficiencia del proceso siendo menores al 70%, por lo que se requiere un análisis de los posibles problemas en la línea de producción. Para lo que se deberá proponer un sistema el cual identifique los principales retrasos en la línea de producción y aumente la eficiencia de dicho proceso.

Con los resultados obtenidos del anterior análisis, el problema planteado es parte del desarrollo de la empresa Cristalita S.A. de C.V., ya que si se alcanzan los niveles óptimos de producción se mantendrá un alto grado de competitividad y calidad en los productos. Con dicho resultado se lograría conducir a una mejora en la eficiencia de la línea de producción de mermelada de frutas, optimizando la producción con menor pérdida de producto, mayor productividad y rentabilidad.

Como consecuencia de la demanda estatal y nacional de mermelada de frutas y siendo la ciudad de Irapuato, Gto., líder en derivados de fresas como la mermelada, la empresa Cristalita S.A. de C.V., ha tenido la necesidad de mejorar sus actuales niveles de productividad y calidad en la línea de mermelada de frutas. Por esta razón en los últimos meses se han monitoreado los equipos de la línea de producción y se ha comenzado a monitorear los estándares de calidad establecidos por la norma AIB de Programas de Prerrequisito y Seguridad de los Alimentos.

OBJETIVO GENERAL

Alcanzar la productividad óptima en la producción de mermeladas de frutas evitando incumplimiento en calidad.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar áreas en la línea de producción de mermelada de frutas.

Determinar puntos críticos y fallas en la línea de producción de mermelada de frutas.

Verificar el cumplimiento de normas de Control de Calidad en la Línea de Producción de mermeladas de frutas para satisfacer los requerimientos establecidos.

Proponer mejoras en la Línea de Producción de mermeladas de frutas.

MARCO TEÓRICO

De acuerdo con una investigación relacionada con el mejoramiento del proceso de producción “Estandarización del Proceso Productivo en una empresa dedicada a la fabricación de envases plásticos” Pérez D. (2012), el cual tuvo como propósito aumentar la productividad de toda la línea de producción implementando métodos de trabajo estandarizados que favoreciera el desarrollo de la producción de envases plásticos. El estudio en dos etapas es: la primera etapa se basó en un Diagnóstico Situacional constituido por observaciones directas, donde se recolectó información que permitió conocer cómo se ejecutan las operaciones dentro del proceso de producción, la segunda etapa del trabajo mencionado constituye lo referente al diseño del proyecto, es decir el desarrollo del modelo de estandarización para el proceso productivo en la empresa (Pérez D. 2012).

La investigación según Rojas (2012), describe tres fases, para el entendimiento de áreas en la producción así como sus puntos críticos.

- *Fase I. Diagnóstico de la situación actual del proceso de la línea de producción.*

En esta fase se procede a determinar los aspectos que conforman la situación actual del proceso productivo. El levantamiento de la información se realiza a través de la descripción del proceso productivo, diagrama de flujo de procesos, diagrama de enfoque de proceso, y observaciones directas.

- *Fase II. Análisis de las causas de los problemas encontrados en la línea de producción.*

La segunda fase se da una vez obtenida y recolectada toda la información, se procede a analizar las causas de los problemas encontrados mediante el uso de técnicas y herramientas.

- *Fase III. Diseño de un Plan que permita mejorar los procesos en la línea de producción.*

En función de los resultados obtenidos en el diagnóstico situacional y considerando la necesidad de realizar mejoras en el proceso productivo, se desarrolló la siguiente fase,

basada en alcanzar aumentos en la productividad, eficiencia y calidad de los procesos de fabricación. La finalidad de esta fase fue identificar y plantear mejoras del proceso que permitan la solución de los problemas encontrados en las fases anteriores, con el fin de alcanzar los objetivos

En las fases anteriormente mencionadas se propusieron actividades por la metodología de IMP Consultores. Distribuidas en cada una de las fases para realizar lo descrito en el método anterior.

Con la idea de la investigación anterior se analizaron las áreas más oportunas para la facilitación del presente proyecto teniendo en consideración las ventajas que cada una de ellas puede aportar. También se abordan algunas normas de calidad y materias relacionadas con la Ingeniería en Biotecnología.

Para llegar al cumplimiento del objetivo del proyecto, la principal área de conocimientos que se encargara de la dirección es la Administración de la Producción, la cual organiza áreas como Sistemas de Calidad, Estadística (Control Estadístico del Proceso) e Ingeniería de Procesos (Mecánica de Fluidos y Sólidos, Fenómenos de Transporte), ya que el correcto planteamiento de las líneas de producción asegura una producción satisfactoria y de calidad (Fernández P. 2010).

Entre los problemas que se presentan, la Administración de la Producción los analiza con las siguientes actividades.

- Observar el comportamiento del mercado y analizar las variables del entorno
- Formular y presentar proyectos de investigación
- Estudiar factores que condicionan la rentabilidad, el crecimiento y el endeudamiento de la empresa y toma decisiones adecuadas
- Monitorear los procesos Industriales, supervisándolos y evaluando bajo normas de calidad.
- Optimización de procesos Industriales

Entre las herramientas que facilitan la identificación del problema así como su resolución se encuentra la Estadística (Control Estadístico de Proceso), esta es usada para los muestreos, análisis estadístico de datos contenidos en formatos de operación de control de calidad y algunos diagramas de tiempos y movimientos.

El Control Estadístico de Procesos consta de 3 objetivos principales

- 1) Minimizar la producción defectuosa
- 2) Mantener una actitud de mejora continua del proceso
- 3) Comparar la producción respecto a las especificaciones. (Prat B. 2000)

Para estos últimos tres objetivos se deben de tener bien fundamentados los conceptos básicos de estadística, para trabajar con muestras, con gráficas y modelos matemáticos esenciales en la estadística. A partir de los datos estadísticos se deberá comprender los resultados.

En la Agroindustria se trabaja tanto con muestras solidas como fluidos, es de importancia el entender sus características y comportamiento para la correcta utilización de los equipos, y para la comprensión nos ayudaran conocimientos de Ingeniería de Procesos, entre las áreas que convergen en esta disciplina están:

1. Mecánica de fluidos y sólidos.

Se sabe que las mermeladas son mezclas de fluidos viscosos y algunos sólidos suspendidos (frutas). Por esta razón es imprescindible conocer propiedades tales como viscosidades, densidades y transferencia de calor y la conductividad térmica, para comprender el comportamiento de este tipo de mezcla.

2. Fenómenos de transporte.

Es necesario el correcto entendimiento entre los equipos y las sustancias que entran por lo que fenómenos de transporte analizara microscópicamente los balances de movimiento, calor y masa que permiten caracterizar las diferentes fuerzas con gradientes de velocidades, temperaturas o concentraciones (Bird B. 1996) para el correcto uso de los equipos en el área de producción y propuestas de diseño.

Gracias a la Agroindustria se ha facilitado el acceso a varios mercados internacionales en los que los alimentos perecederos tienen varias normas que cumplir para su ingreso. Según la norma mexicana (NMX-F-131-1982) la mermelada es un alimento procesado, producto que se obtiene por cocción de frutos (enteros, troceados o tamizados) con azúcar hasta conseguir un semifluido espeso, una de las especificaciones que se deben de cumplir es que la mermelada contendrá una proporción fruta-azúcar de 40%:60% m/m (NMX-F-131-1982). Por otro lado la norma AIB para alimentos establece como principal objetivo está enfocado a fortalecer la salubridad, inocuidad y calidad de la cadena de suministro de alimentos y a proporcionar programas educativos y técnicos de alto valor (AIB INTERNATIONAL).

Conociendo las principales áreas que abarcan el proyecto, es de igual importancia mencionar algunos conceptos que faciliten la comprensión referente a mejoras de producción.

Algunos de los indicadores de medición de la productividad utilizados son:

Eficiencia

Es la capacidad para lograr un fin empleando los mejores medios posibles. Está relacionado con utilizar en forma óptima los recursos para lograr objetivos (Figuerola N. 2000).

Eficacia

Por otro lado la norma ISO 9000 (2005), indica que la eficacia es el grado en que se realizan las actividades planificadas y se alcanzan los resultados planificados.

Efectividad

Mejía C. (1998), indica que la efectividad involucra tanto la eficiencia como la eficacia, es decir el logro de los resultados programados en el tiempo y con los costos más razonables posibles. Supone hacer lo correcto con gran exactitud y sin ningún desperdicio de tiempo o dinero.

Proceso

Según Falconi V. (1992), es el conjunto de causas que provoca uno o más efectos. Una empresa es un proceso y dentro de ella pueden efectuarse varios de estos, los cuales pueden ser de manufactura o de servicio, siendo este último el efectuado en el centro de distribución para la Ingeniería.

Productividad en Ingeniería.

La palabra “productividad” en su sentido formal según Sumanth D. (1990) es “la facultad de producir”; pero hasta principios del siglo XX el término adquirió un significado más preciso como una relación entre lo producido y los medios empleados para hacerlo, conocido en la actualidad como el enfoque tradicional de la productividad, el cual está influenciado por las viejas doctrinas de la ingeniería industrial, que desde el taylorismo hablan de la productividad laboral enfatizando que la clave de la productividad radica en aumentar la cantidad de unidades de productos producidas, disminuyendo el consumo de recursos.

MÉTODOS

Para identificar las áreas y los puntos críticos se siguió el método utilizado según Mendoza 2011, (citado por Rojas 2012), el cual se describe por fases según los objetivos y respondiendo a preguntas como: ¿qué? (actividad), ¿cómo? (técnicas/ instrumentos), ¿para qué? (resultados parciales esperados). El procedimiento anterior no maneja control de calidad respecto a alguna norma, por lo que se deberá de monitorear de manera oportuna el cumplimiento de las normas AIB INTERNATIONAL para alimentos, en cada una de las fases, según se tengan avances.

En la fase I, se realiza:

Medición del rendimiento de las líneas, así como conocer los tiempos muertos y las causas de improductividad para cada una de ellos.

Actividad de la fase II

Aumentar la productividad de las líneas (unidades producidas/recursos empleados) mediante:

- a. La identificación del ‘cuello de botella’ de las líneas, el correcto equilibrado de las operaciones y la definición de los métodos de trabajo.
- b. La eliminación de operaciones de no valor añadido.
- c. La puesta en marcha de acciones para la resolución de incidencias y mejora del diseño de las líneas.
- d. El compromiso del personal en el cumplimiento de objetivos.

Actividades de la Fase III

Determinación de estándares y métodos, así como los tiempos de los procesos que determinen la operación del proceso con sus tiempos asociados.

Mejorar la contribución del personal para mejorar los resultados de la empresa mediante el cumplimiento de objetivos de productividad y puesta en marcha de acciones de mejora.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Fase I. Diagnóstico de la situación actual del proceso de la línea de producción.

La empresa Cristalita cuenta con varias líneas de producción, para el caso de estudio se investigó la línea de producción de mermeladas de frutas, en la figura 1 se muestra el proceso general en esta línea de producción.



Figura 1. Producción de mermelada de Fresa. El proceso tiene como línea principal la producción de mermelada (lado derecho), donde las flechas indican el transporte o entradas de materias primas, mientras que los círculos muestran alguna operación unitaria, el rectángulo hace hincapié a análisis de calidad mientras que el triángulo es el almacén del

producto terminado. La línea central es el subproceso de la elaboración del jarabe para la adición a la frutas. Y finalmente la línea de lado izquierdo el manejo que se le da a las botellas para su uso en el envasado.

En la figura 2 se puede observar el diagrama de enfoque del proceso, teniendo en cuenta todos los suministros para el proceso de la línea de producción de mermelada de frutas.

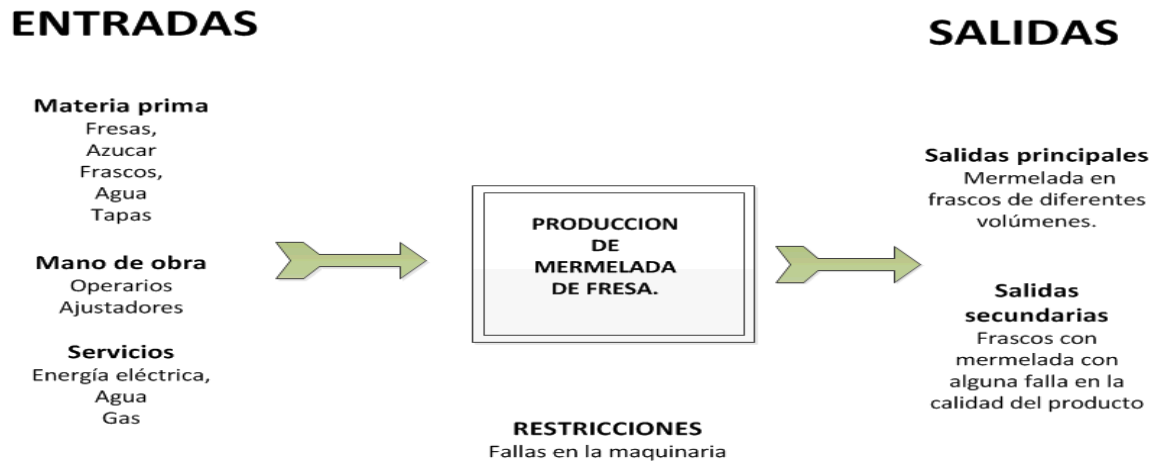


Figura 2. Diagrama de enfoque del proceso. Se describe principalmente entradas de materias primas, así como los recursos humanos y servicios requeridos para la producción de mermelada, observando las principales salidas. Como principal restricción para la producción de mermelada se observo fallas en la maquinaria.

Medición del rendimiento de las líneas, así como de tiempos muertos y las causas de inproductividad para cada una de ellos.

Esta medición esta liga con la observación directa de la línea de producción, donde se analizaron los rendimientos al conteo de frascos obteniendo una media de 90 frascos por minuto en la tapadora siendo producto semi-terminado. Mientras que los tiempos muertos se debieron principalmente al paro de la línea de producción desde la tapadora.

- *Fase II. Análisis de las causas de los problemas encontrados en la línea de producción.*

Aumentar la productividad de las líneas (unidades producidas/recursos empleados), mediante:

a. La identificación del ‘cuello de botella’ de las líneas, el correcto equilibrado de las operaciones y la definición de los métodos de trabajo.

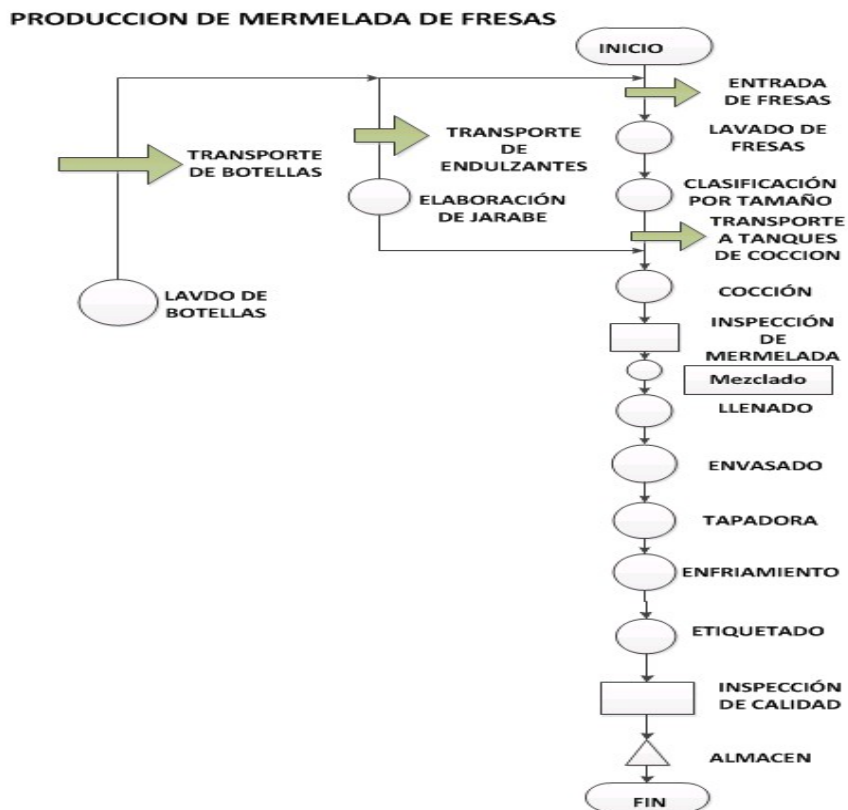
El cuello de botella se detectó en la máquina de llenado, en segundo lugar en la máquina tapadora y la repartidora de frascos. No se encontró un correcto equilibrio de operaciones, ya que las actividades de cada operario no están distribuidas equitativamente, pues el operario de la maquina tapadora es el encargado de la solución de problemas en las máquinas anteriores al proceso. Los métodos de trabajo no se encontraron establecidos para cada operario, solo para la producción en general.

Discusión

En la fase I se encontró en el diagrama de enfoque de proceso que la principal restricción es la falla en la maquinaria tapadora, por des calibración en ella. Una solución para este tipo de problemas se logra haciendo un correcto mantenimiento preventivo de la maquinaria, aunque también favorece la correcta condición de operación, como la temperatura para procesos con líquidos en transporte (Dávila C. 2002).

Por lo anterior se investigó la posible causa descubriendo que la mermelada sufría variaciones de temperatura por el incorrecto mezclado en el tanque de mezclado de mermelada (proceso anterior al llenado y posterior a la cocción), teniendo que hacer varios paros por des calibración de la máquina llenadora, causada por variaciones de temperatura en el llenado (fallas en maquinaria). Variaciones de hasta 10 a 15 °C las cuales son un factor físico importante en la mermelada, aumentando o disminuyendo la viscosidad, he impidiendo el libre flujo dentro de los pistones de inyección.

Otro factor perjudicial por la ausencia de un buen mezclado es la formación de solidos ya que debido los cambios de temperatura, dichos solidos tienden a aglomerarse en las paredes de los equipos, desde el tanque de mezclado hasta las restringidas paredes de los pistones en el llenado.



En la fase II se mencionó el cuello de botella, siendo en primer lugar la máquina llenadora, y en segundo término la tapadora y la repartidora de frascos. Según lo citado por Fernández P. (2010) se hace mención a la Administración de la Producción, monitoreando y optimizando procesos industriales, se detectaron las principales causas de que las máquinas tapadora y repartidora de frascos estuviesen fallando, encontrando que son fallas típicas de las máquinas por los años en funcionamiento en el proceso (poco más de 20 años).

Al hacer un análisis de los métodos de producción se encontró que el operario de la llenadora cumple con varias tareas de mantenimiento en las demás máquinas anteriores a su proceso. Fernández P. (2010) cita que las operaciones de mantenimiento tienen que estar distribuidas equitativamente entre los operarios, siendo el operario responsable de la máquina que opera. Con esto se encontró que muy poco personal de la empresa está capacitado para calibrar los equipos en caso de alguna falla.

Por tal motivo se considera apropiado la capacitación de los trabajadores en cada una de las máquinas que operan, así como crearles un criterio propio y de seguridad industrial para poder tomar una decisión oportuna en el momento en que se presente algún problema en el equipo, o si es necesario llamar a alguien más capacitado para solucionarlo.

CONCLUSIONES

Se identificó cada una de las áreas en la línea de producción de mermeladas de frutas, así como el personal que opera cada operación unitaria y su funcionalidad en dicha área. Encontrando que no todo el personal es apto para solucionar los problemas de los equipos que operan, siendo solo uno de ellos en la línea quien está capacitado para solucionar los problemas en los equipos. Por tal motivo se sugiere capacitar y concientizar al personal en la toma de decisiones según el problema.

Como tal se determinó que el principal punto crítico en la línea de producción fue la cerradora de tapas twist-off, siendo la causa raíz la descalibración del equipo debido a los cambios de temperatura en la mermelada de frutas y sólidos adheridos en las paredes de los equipos, siendo la causa principal la falta de un buen homogenizado en el tanque de mezclado.

Mientras que se verificó que el personal cumple con las normas de calidad que aplican en la línea de producción, aunque hacen falta documentos que validen dicha implementación.

Con todo lo analizado anteriormente se llega a la conclusión de proponer un mantenimiento correctivo en el tanque de mezclado, específicamente en la bomba de recirculación la cual permite un buen homogenizado, capacitar a los operadores para que sean aptos en la solución de problemas he implementado formatos complementarios para la verificación en control de calidad

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Oirdobro S. “Plan de mejora de proceso en la línea de producción uniloy 6 en la empresa Plásticos y Desarrollo S.A.” (Tesis inédita de Lic.). Universidad Centroccidental. Barquisimeto, Venezuela. 2012.

Belcher, J. Productividad total I: Cómo aprovechar los recursos para obtener ventaja competitiva. Ed. Management, Granica, Polonia. 1991.

Pérez D. Estandarización del proceso productivo en la empresa Poly Print de Venezuela C.A. Universidad Yacambú. Cabudare, Venezuela. 2012.

Fernández P. José. Gestión por procesos. Ed. ESIC. Madrid, España. 2010.

Prat Bartés Albert, et al. Métodos estadísticos. Ed. UPC. Barcelona, España. 2000

Byron Bird Robert. Fenómenos de transporte. Ed. Reverté. México D.F. 1996

NMX-F-131-1982. Alimentos para humanos. Frutas y derivados. Mermelada de fresa. Foods for humans. Fruits and derivatives strawberry marmalade. Normas mexicanas. Dirección general de normas.

Recuperado de: <http://www.impconsultoresdeoperaciones.com>

Figuerola, N. Eficacia y Eficiencia. [Documento en línea]. Disponible: <http://es.scribd.com/doc/4898585/Eficacia-y-Eficiencia>. Buenos Aires, Argentina. 2000

Mejía, C. Indicadores de efectividad y eficacia. [Documento en línea]. Disponible: <http://www.planning.com.co/bd/archivos/Octubre1998.pdf> . Medellín, Colombia. 1998.

Falconi. V. Control de la calidad total (al estilo japonés).Ed. Bloch Editores. Brasil. 1992.

Sumanth, D. Ingeniería y administración de la productividad. Ed. Mc Graw – Hill, México. D.F. 1990.

Dávila C. Administración y planificación de maquinaria agrícola. Ed. Consejo de desarrollo científico y humanístico. Venezuela. 2002.